



JPW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Yoshiyuki NAGATOMO, et al.

GAU: 2811

SERIAL NO: 10/743,081

EXAMINER:

FILED: December 23, 2003

FOR: HEAT-CONDUCTING MULTILAYER SUBSTRATE AND POWER MODULE SUBSTRATE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2002-380401	December 27, 2002
JAPAN	2003-397839	November 27, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak
Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26,803

05P15318~15320
VS15318
101743,081
1/2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 2 7 日

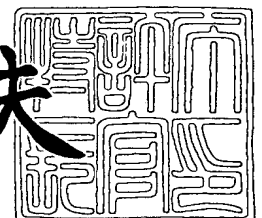
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 8 0 4 0 1
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 8 0 4 0 1]

出 願 人
Applicant(s): 三 菱 マ テ リ ア ル 株 式 会 社

2 0 0 4 年 3 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 5 2 1 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 J97166A1

【提出日】 平成14年12月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 23/34

【発明の名称】 パワーモジュール用基板

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 - 1 4 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内

【氏名】 長友 義幸

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市北袋町 1 丁目 2 9 7 番地 三菱マテリアル株式会社 総合研究所内

【氏名】 根岸 健

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2 - 1 4 三菱マテリアル株式会社 総合研究所那珂研究センター内

【氏名】 長瀬 敏之

【特許出願人】

【識別番号】 000006264

【氏名又は名称】 三菱マテリアル株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100117189

【弁理士】

【氏名又は名称】 江口 昭彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100120396

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉浦 秀幸

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100106057

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳井 則子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0205685

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パワーモジュール用基板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面に積層される回路層と、該絶縁基板の他方の面に積層される金属層と、前記回路層にはんだを介して搭載される半導体チップと、前記金属層に接合される放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、前記回路層及び金属層を、純度が 99.999% 以上の銅で構成したことを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のパワーモジュール用基板であって、前記放熱体は、はんだ、ろう付け又は拡散接合によって前記金属層に接合されていることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載のパワーモジュール用基板であって、前記絶縁基板は、AlN、Al₂O₃、Si₃N₄又は SiC からなることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、大電圧、大電流を制御する半導体装置に用いられるパワーモジュール用基板に関し、特に、半導体チップから発生する熱を放散させる放熱体を備えたパワーモジュール用基板に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種のパワーモジュール用基板として、図 2 に示すように、AlN からなる絶縁基板 12 の一方の面に Al 又は Cu からなる回路層 13 を積層し、他方の面に Al 又は Cu からなる金属層 14 を積層し、回路層 13 にはんだ 17 を介して半導体チップ 15 を搭載し、金属層 14 にはんだ 18、ろう付け等により放熱体 16 を接合したパワーモジュール用基板 11 や、図 3 に示すように、AlN からなる絶縁基板 22 の一方の面に 4N-Al（純度が 99.99% 以上のアルミニウム）からなる回路層 23 を積層し、他方の面に 4N-Al からなる金属

層 24 を積層し、回路層 23 にはんだ 27 を介して半導体チップ 25 を搭載し、金属層 24 にはんだ 28、ろう付け等により放熱体 26 を接合したパワーモジュール用基板 21 等が知られている。このようなパワーモジュール用基板は、各種提供されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

上記のパワーモジュール用基板 11、21 にあつては、放熱体 16、26 を例えば冷却シンク部（図示せず）に取り付け、放熱体 16、26 に伝達される半導体チップ 15、25 からの熱を冷却シンク部内の冷却水（又は冷却空気）を介して外部に放出させている。

【0004】

【特許文献 1】

特公平 4-12554 号公報（第 1-3 頁、第 1 図、第 2 図）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のような構成のパワーモジュール用基板 11、21 にあつては、回路層 13、23 及び金属層 14、24 を Cu で構成した場合には、-40～125℃の温度サイクルを繰り返し作用させた場合に、数 10～100 サイクル程度で回路層 13、23 と半導体チップ 15、25 との間のはんだ 17、27 にクラックが生じ、500 サイクル程度で回路層 13、23 が絶縁基板 12、22 から剥離してしまうが、回路層 13、23 及び金属層 14、24 を Al で構成した場合には、3000 サイクル程度まで回路層 13、23 と半導体チップ 15、25 との間のはんだ 17、27 にクラックが生じることはない。このことは、温度サイクルを繰り返し作用させた場合に、回路層 13、23 及び金属層 14、24 を Al で構成した場合には内部応力が蓄積しないのに対し、Cu で構成した場合には内部応力が蓄積するからである。従って、温度サイクル寿命を延ばすためには、内部応力が蓄積しないように構成すれば良いことになる。

【0006】

一方、Al と Cu との熱伝導率を比較すると、Cu の方が Al よりも良いので、半導体チップ 15、25 からの熱を効率良く放熱体 16、26 側に伝達させて

放出させるためには、熱伝導率の良い Cu で回路層 13、23 及び金属層 14、24 を構成した方が良いが、Cu の場合には、前述したような内部応力の蓄積の問題があるので、温度サイクルに対する長寿命と良好な熱伝達率との両方を満足させることは困難であり、何れかを犠牲にしなければならなかった。

【0007】

本発明は、上記のような従来の問題に鑑みなされたものであって、温度サイクルに対する寿命を延ばすことができるとともに、良好な熱伝達率が得られて半導体チップからの熱を効率良く放熱体側に伝達させて放出させることができるパワーモジュール用基板を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記のような課題を解決するために、以下のような手段を採用している。すなわち、請求項 1 に係る発明は、絶縁基板と、該絶縁基板の一方の面に積層される回路層と、該絶縁基板の他方の面に積層される金属層と、前記回路層にはんだを介して搭載される半導体チップと、前記金属層に接合される放熱体とを備えたパワーモジュール用基板であって、前記回路層及び金属層を、純度が 99.999% 以上の銅で構成したことを特徴とする。

この発明によるパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が 99.999% 以上の銅で構成されるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので、温度サイクル寿命を延ばすことができる。また、回路層及び金属層は銅から構成されているので熱伝導率を良くすることができる。従って、半導体チップからの熱を効率良く放熱体側に伝達させて放出させることが可能となる。

【0009】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載のパワーモジュール用基板であって、前記放熱体は、はんだ、ろう付け又は拡散接合によって前記金属層に接合されていることを特徴とする。

この発明によるパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度

が 99.999%以上の銅で構成されるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので、温度サイクル寿命を延ばすことができる。また、回路層及び金属層は銅から構成されているので熱伝導率を良くすることができる。従って、半導体チップからの熱を銅からなる回路層、絶縁基板、及び銅からなる金属層を介して放熱体側に効率良く伝達させて放出させることが可能となる。

【0010】

請求項3に係る発明は、請求項1又は2に記載のパワーモジュール用基板であって、前記絶縁基板は、AlN、Al₂O₃、Si₃N₄又はSiCからなることを特徴とする。

この発明によるパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が99.999%以上の銅で構成されるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することになる。従って、内部応力が蓄積することがないので温度サイクル寿命を延ばすことができる。また、回路層及び金属層は銅から構成されているので熱伝導率を良くすることができる。従って、半導体チップからの熱を、銅からなる回路層、AlN、Al₂O₃、Si₃N₄又はSiCからなる絶縁基板、及び銅からなる金属層を介して放熱体側に効率良く伝達させて放出させることが可能となる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。

図1には、本発明によるパワーモジュール用基板の一実施の形態が示されていて、このパワーモジュール用基板1は、絶縁基板2と、絶縁基板2の一方の面に積層される回路層3と、絶縁基板2の他方の面に積層される金属層4と、回路層3に搭載される半導体チップ5と、金属層4に接合される放熱体6とを備えている。

【0012】

絶縁基板2は、例えばAlN、Al₂O₃、Si₃N₄、SiC等により所望の大きさに形成されるものであって、その上面及び下面に回路層3及び金属層4がそ

れぞれ積層接着されるようになっている。

【0013】

回路層 3 及び金属層 4 を絶縁基板 2 に積層接着する方法としては、絶縁基板 2 と回路層 3 及び金属層 4 とを重ねた状態で、これらに荷重 $0.5 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$ ($4.9 \times 10^4 \sim 19.6 \times 10^4 \text{ Pa}$) を加え、 N_2 雰囲気中で 1065°C に加熱するいわゆる DBC 法 (Direct Bonding Copper 法)、絶縁基板 3 と回路層 3 及び金属層 4 との間に Ag-Cu-Ti ろう材の箔を挟んだ状態で、これらに荷重 $0.5 \sim 2 \text{ kgf/cm}^2$ ($4.9 \times 10^4 \sim 19.6 \times 10^4 \text{ Pa}$) を加え、真空中で $800 \sim 900^\circ\text{C}$ に加熱するいわゆる活性金属法等があり、用途に応じて適宜の方法を選択して使用すれば良い。

【0014】

回路層 3 及び金属層 4 は、純度 99.999% 以上の Cu (5N-Cu) から構成される。5N-Cu は、再結晶温度が RT (室温) $\sim 150^\circ\text{C}$ の特性を有する。従って、 $-40 \sim 125^\circ\text{C}$ の温度サイクルで繰り返し使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができる。

【0015】

回路層 3 及び金属層 4 は、純度 99.9999% 以上の Cu (6N-Cu) で構成しても良い。6N-Cu は、再結晶温度が RT (室温) $\sim 100^\circ\text{C}$ の特性を有する。従って、5N-Cu と同様に、 $-40 \sim 125^\circ\text{C}$ の温度サイクルで繰り返し使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができ、回路層及び金属層を Al で構成したものと同様に、3000 サイクル以上の温度サイクル寿命が得られる。

【0016】

回路層 3 には、半導体チップ 5 を搭載するための回路パターンが形成され、この回路層 3 の上部にはんだ 7 を介して半導体チップ 5 が搭載されている。金属層 3 の下面には、はんだ 8、ろう付け、拡散接合等によって放熱体 6 が一体に接合されている。

【0017】

放熱体 6 は、例えば、A l、C u 等のような高熱伝導材（熱伝導率の良好な素材）からなる放熱体本体と、高炭素鋼（F e - C）等のような低熱膨張材とを複数接合させて多層構造に形成したものであって、下方に位置する冷却シンク部 9 に取り付けられて使用され、冷却シンク部 9 内の冷却水（又は冷却空気）を介して放熱体 6 に伝達される半導体チップ 5 からの熱を外部に放出させる。

【0018】

上記のように構成したこの実施の形態によるパワーモジュール用基板 1 においては、回路層 3 及び金属層 4 を純度 99.999% 以上の C u（5 N - C u）で構成しているので、-40～125℃の温度サイクルが繰り返し作用する条件下で使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができる。従って、S i C、G a N 等のように、高温領域で作動するデバイスでの使用が可能となる。

【0019】

また、回路層 3 及び金属層 4 を純度 99.9999% 以上の C u（6 N - C u）で構成した場合にも、-40～125℃の温度サイクルが繰り返し作用する条件下で使用しても、内部応力が蓄積するようなことはなく、温度サイクルの高温側での加工硬化を抑制することができる。従って、125℃以下で作動するデバイス（S i 半導体等）でも使用することが可能となる。

【0020】

表 1 に、従来のパワーモジュール用基板と本発明のパワーモジュール用基板との温度サイクル寿命を比較した結果を示す。ここで、セラミックスは絶縁基板を示し、金属回路は回路層及び金属層を示し、O F C は無酸素銅（C u；99.9～99.99%）を示している。この表 1 から、本発明によるパワーモジュール用基板が従来のパワーモジュール用基板よりも温度サイクル寿命が長いことが分かる。

【0021】

【表 1】

	セラミックス			金属回路			温度サイクル寿命
	寸法(mm)	厚さ(mm)	材質	寸法(mm)	厚さ(mm)	材質	
従 来 例	30×30	0.635	AlN	28×28	0.3	OFC	520
	40×50	0.635	AlN	38×48	0.4	Al	5200
	30×15	0.635	AlN	28×13	0.6	Al	3100
	50×50	0.635	Al ₂ O ₃	48×48	0.3	OFC	1320
	70×35	0.32	Al ₂ O ₃	68×33	0.3	OFC	510
	60×35	0.32	Al ₂ O ₃	58×33	0.4	Al	2900
	30×30	0.635	Si ₃ N ₄	28×28	0.3	OFC	2800
	30×20	0.32	Si ₃ N ₄	28×18	0.6	Al	7200
	50×40	0.32	Si ₃ N ₄	48×38	0.4	Al	8100
	30×30	0.635	AlN	28×28	0.3	6N-Cu	5200
発 明 品	40×50	0.635	AlN	38×48	0.4	6N-Cu	5210
	30×15	0.635	AlN	28×13	0.6	6N-Cu	6200
	50×50	0.635	Al ₂ O ₃	48×48	0.3	6N-Cu	5800
	70×35	0.32	Al ₂ O ₃	68×33	0.3	6N-Cu	4800
	60×35	0.32	Al ₂ O ₃	58×33	0.4	6N-Cu	3520
	30×30	0.635	Si ₃ N ₄	28×28	0.3	6N-Cu	8250
	30×20	0.32	Si ₃ N ₄	28×18	0.6	6N-Cu	5630
	50×40	0.32	Si ₃ N ₄	48×38	0.4	6N-Cu	7520

【0022】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明のパワーモジュール用基板によれば、回路層及び金属層は、純度が99.999%以上の銅で構成されることになるので、温度サイクルが繰り返し作用した場合に、再結晶により内部応力が消滅することにな

る。従って、内部応力が蓄積することがないので、温度サイクル寿命を著しく延ばすことができることになる。また、回路層及び金属層は、熱伝導率の良好な銅から構成されることになるので、半導体チップからの熱を効率良く放熱体側に伝達させて放出させることができることになる。従って、温度サイクルに対する長寿命と良好な熱伝導率との両方を満足させることができるパワーモジュール用基板を提供することができることになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明によるパワーモジュール用基板の一実施の形態を示した概略断面図である。

【図 2】 従来のパワーモジュール用基板の一例を示した概略断面図である。
。

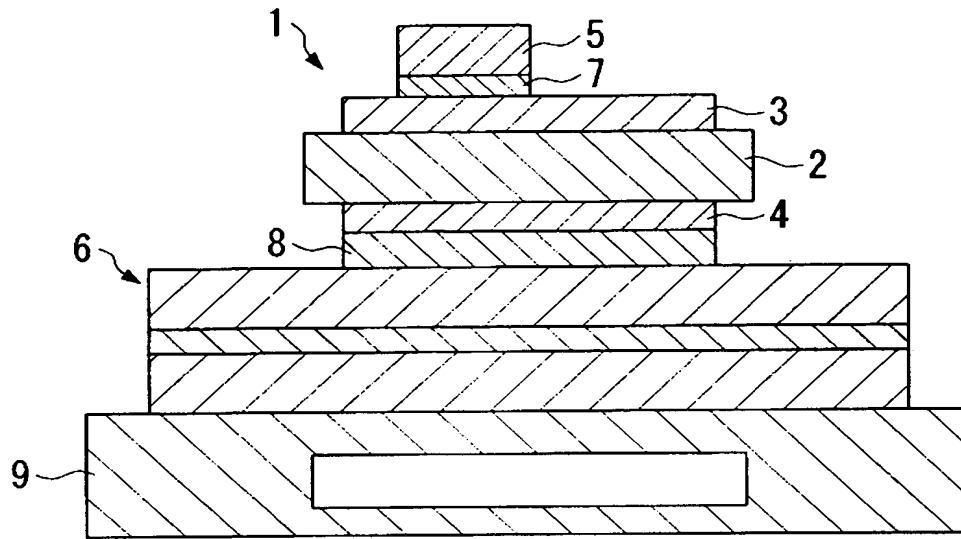
【図 3】 従来のパワーモジュール用基板の他例を示した概略断面図である。
。

【符号の説明】

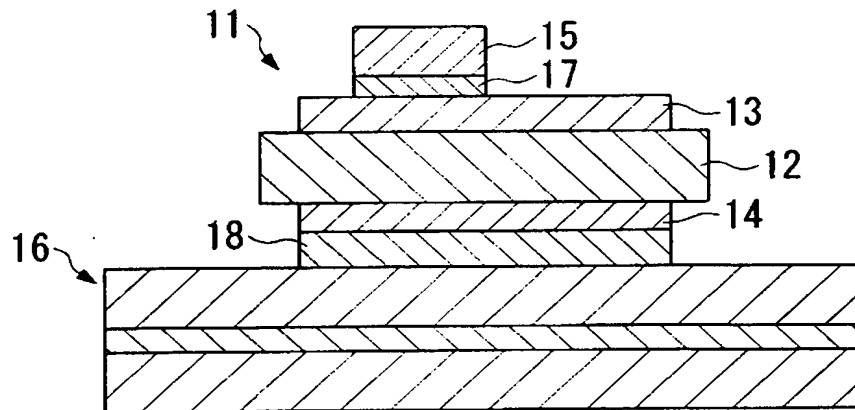
- 1 パワーモジュール用基板
- 2 絶縁基板
- 3 回路層
- 4 金属層
- 5 半導体チップ
- 6 放熱体
- 7 はんだ

【書類名】 図面

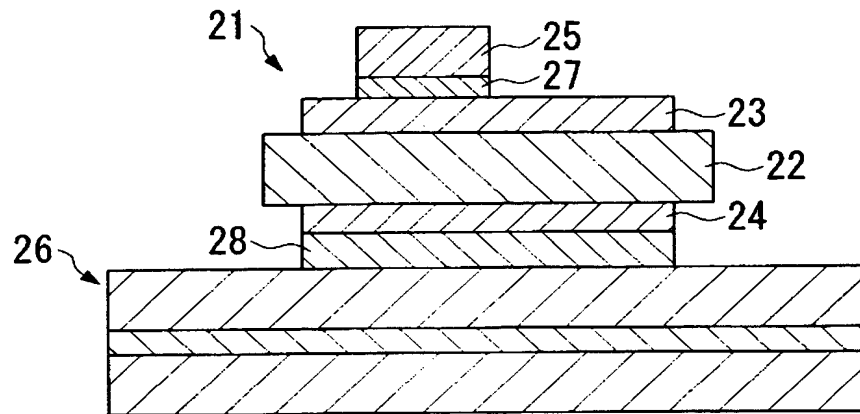
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 温度サイクルに対する長寿命と良好な熱伝達率の両方を満たすことができるパワーモジュール用基板を提供する。

【解決手段】 絶縁基板 2 と、絶縁基板 2 の一方の面に積層される回路層 3 と、絶縁基板 3 の他方の面に積層される金属層 4 と、回路層 3 にはんだ 7 を介して搭載される半導体チップ 5 と、金属層 4 に接合される放熱体 6 とを備える。回路層 3 及び金属層 4 は、純度が 9 9 . 9 9 9 % 以上の銅で構成される。温度サイクルが繰り返し作用しても、内部応力が蓄積することはなく、温度サイクル寿命を延ばすことができる。また、回路層 3 及び金属層 4 は、熱伝導率の良好な銅から構成されるので、半導体チップ 5 からの熱を効率良く放熱体 6 側に伝達させて放出させることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 8 0 4 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 2 6 4]

1. 変更年月日	1 9 9 2 年 4 月 1 0 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都千代田区大手町 1 丁目 5 番 1 号
氏 名	三菱マテリアル株式会社